久坐行为及运动水平对某高校大学生跟骨骨密度的影响

10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0635

李仕田，吕晓港，朱晓祺，王嘉烨，卢晓翠

南方医科大学大学生创新创业训练计划项目（项目编号：201812121226）
510515 广东广州，南方医科大学公共卫生学院，
*通信作者：卢晓翠，高级实验师；Email:970187629@qq.com

【摘要】**背景** 目前国内鲜少文章探讨久坐行为及运动规律对人群骨密度的影响。英文文献中针对亚裔人群的相关研究目前处于空白状态，且研究对象主要为低龄儿童。鉴于国外人群在遗传、饮食习惯等多方面与我国人群存在较大差别，有必要开展相关的研究。**目的** 分析某高校大学生久坐行为及运动水平对跟骨骨密度的影响，为了解大学生的骨骼健康状况和预防中老年骨质疏松症的发生提供参考依据。**方法** 研究对象为分层整群抽取的广州市某高校学生，共 781 人，其中女大学生 518 人，男大学生 263 人。采用多元线性回归和二分类 logistic 回归，分析久坐行为、运动水平与跟骨骨密度的关系。**结果** 781 名大学生中，骨量正常率 50.3%，骨量异常率 49.7%；男、女大学生骨量异常率分别为 30.4%、59.5%，差异有统计学意义（χ^2=58.849，P<0.001）。在控制潜在混杂因素后，利用多元线性回归模型分析显示，女大学生的日坐姿时长与跟骨骨密度存在负向关联（$P_{趋势}$<0.05）；二分类 logistic 回归模型分析结果显示，相对于日坐姿时长>8 小时者，每天保持坐姿时长<4 小时是跟骨骨密度的保护因素，其 OR 值（95%CI）为 0.17（0.04~0.68）。相对于每周运动时长<90min 的女大学生，每周运动 90~150min 和>150min 的女大学生 T 值更高（$P_{趋势}$<0.01），每周运动 90~150min 是女大学生跟骨骨密度的保护因素，其 OR 值（95%CI）为 0.66（0.44~1.00）。久坐行为及运动水平与跟骨骨密度的相关性在男大学生中未观察到统计学意义（P 均>0.05）。**结论** 女大学生群体，每日保持坐姿时间越长，跟骨密度越低。女大学生每周运动 90~150min 可促进骨骼健康。在男大学生群体中，尚未观察到久坐行为及运动水平与跟骨骨密度的统计学相关性。
【关键词】大学生；久坐行为；运动水平；跟骨骨密度
【中图分类号】

Effects of sedentary behavior and physical activity on calcaneal bone mineral density of college students

LI Shitian, LYU Xiaogang, ZHU Xiaoqi，WANG Jiaye，LU Xiaocui*
Public Health College of Southern Medical University, Guangdong Guangzhou 510515, China
**Corresponding author: LU Xiaocui, Senior experimenter; Email: Email:970187629@qq.com*

【**Abstract**】 **Background** At present, there are few studies written in Chinese explore the effect of sedentary behavior and physical activity on population's bone mineral density. What's more, to our knowledge, there is no relevant research on Asian population in English literature, and subjects of these studies are mainly young children. It is necessary to carry out relevant research because there are great differences between the foreign population and the Chinese population in genetics, dietary habits and other aspects. **Objective** To analyze the influence of sedentary behavior and physical activity on calcaneal bone mineral density (BMD) of college students, and to offer references for understanding the bone health status of college students and preventing the occurrence of osteoporosis in middle and old age. **Method** 781 students were selected from a college in Guangzhou by stratified cluster sampling method, including 518 female students and 263 male students. Multivariate linear regression and binary logistic regression were used to analyze the relationship between sedentary behavior, physical activity and calcaneal bone mineral density. **Results** After controlling for potential confounders, multivariate linear regression analysis showed that the daily sitting time of female college students was negatively correlated with calcaneal bone mineral density (P_{trend}<0.01). The results of binary logistic regression model showed that sitting time <4 hours per day was a protective factor for calcaneal bone mineral density compared with sitting time >8 hours per day, and the OR (95%CI) was 0.17 (0.04~0.68). Compared with female college students who exercised less than 90 minutes per week, the T value of female college students who exercised 90-150 minutes per week and >150 minutes per week was higher(P_{trend}<0.01). Doing weight-bearing exercise 90-150 minutes per week was a protective factor of calcaneus bone mineral density in female college students, and its OR value (95%CI) was 0.66 (0.44-1.00). However, the correlation between sedentary behavior, physical activity and

calcaneal bone mineral density was not statistically significant in male college students(P>0.05). **Conclusion** In female college students, the longer the sitting time, the lower the calcaneal bone density. Both male and female college students should maintain regular exercise to promote bone health. While no statistical correlation between sedentary behavior, physical activity and calcaneal bone mineral density was observed in male college students.

【Key words】 college students; sedentary behavior; physical activity; calcaneal bone mineral density

骨质疏松症及其所导致的骨折是严重影响老年人生活质量的公共卫生问题。2018年中国50岁以上人群骨质疏松症患病率为19.2%，且患病知晓率仅为7.0%[1]。越来越多的证据指出，老年人群骨质疏松症的发生与青年时期的峰值骨量关联密切[2, 3]。有研究显示，10%的骨量会在18岁之后的骨骼巩固期获得[4]。因此，了解大学生的骨健康状况及影响因素对于预防老年人群骨质疏松症的发生具有现实意义。

骨骼健康状况可以利用骨密度（bone mineral density, BMD）进行衡量。既往有基于国外低龄人群的研究发现，久坐行为及体力活动与骨骼健康状况相关，保持坐姿时间越长，骨密度越低，而轻体力活动有助于提升骨矿物质含量[5]。鉴于国外人群在遗传、饮食习惯等多方面与我国人群存在较大差别，且目前尚无专门针对青年群体、华裔甚或亚裔群体研究的现状，本研究旨在利用广州市某高校学生跟骨骨密度的测量结果及相关影响因素调查结果，探究久坐行为及运动水平与跟骨骨密度的相关性。

1 材料和方法

1.1 研究对象

本研究为观察性的横断面研究。采用分层整群抽样设计，抽取某高校不同年级学生作为调查对象。通过询问病史，排除有心脏病史、遗传代谢性疾病、恶性肿瘤、慢性肝肾功能疾病、近期发生过骨折、接受过或正在接受激素类药物治疗、因身体原因无法进行体成分测量和有数据缺失者。最终纳入本研究的符合标准的大学生共781人，其中女性518人，男性263人，年龄在19岁~25岁。本研究通过南方医科大学生物医学伦理委员会的审查（南医伦审[2021]第007号、南医伦审[2022]第32号）。

1.2 研究方法

1.2.1 人口学资料及生活方式获取 由接受过统一培训的调查员进行现场问卷调查，受试大学生知情同意后，通过填写问卷的方式收集其人口学资料和生活方式信息。生活方式信息包括：过去六个月内每日保持坐姿的时长；每周进行运动的频率和每次的运动时长；乳制品、碳酸饮料、茶水的摄入规律；是否服用钙片；吸烟史及每天吸烟支数；饮酒史、饮酒规律及饮酒品种。

1.2.2 跟骨骨密度测量方法 测量仪器：SONOST-2000超声骨密度测量仪（韩国OsteoSys有限公司）。测量方法：测量前使用骨膜对系统进行检测。由受过专业训练的实验员，先用酒精棉拭纸擦拭受检者右脚跟骨部位，然后均匀地涂抹耦合剂。受检者将右脚由上而下放入仪器，并前后活动以将耦合剂均匀涂抹在水囊上。骨密度仪与足轴和身体的中心轴成一条直线，仪器自动测得可代表骨密度水平的T值。根据世界卫生组织的标准，对骨质量进行分组，即T≥-1.0为骨量正常；T＜-1.0为骨量异常；骨量异常可进一步分为骨量减少（-2.5＜T＜-1.0）和骨质疏松（T≤-2.5）[6]。由于本次调查中，根据WHO诊断标准诊断为骨质疏松症的大学生较少，故将诊断为骨量减少和骨质疏松的大学生合并为骨量异常组。

1.2.3 身高、体重测量方法 测量仪器：HLZ-63 身高体重分析仪（天津华力争电子科技有限公司）。测量方法：受检者着轻薄衣裤，取出随身携带的手机、手表等物品后，脱鞋站立于身高体重分析仪上。受检者保持直立，上肢自然下垂，足跟并拢，足尖分开 60°。仪器自动读数。身高精确到 0.1cm，体重精确到 0.1kg。

1.2.4 体成分测量方法 测量仪器：HBF-701 全能型身体脂肪测量仪（日本欧姆龙有限公司）。测量方法：由受过专业训练的实验员输入被检者的年龄、性别、身高。被检者赤足踏上足电极，并根据实验员的指示拉起手柄电极。被检者双手中指放在手柄电极背面的凹陷部，拇指和食指握住内侧的手柄电极，无名指和小指握住外侧的手柄电极。测量过程中，被检者伸直背部和膝部，水平抬高手臂，伸直肘部，手臂与身体成 90°。仪器根据生物体电阻抗法（Bioelectrical impedance, BI）测量出受检者身体脂肪率。根据身体脂肪率计算出体脂含量（Fat mass）和去脂体重(Fat free mass)，进而分别除以受检者身高的平方，得到脂肪体重指数（Fat mass index，FMI）和去脂体重指数（Fat free mass index，FFMI）[5]。

1.3 统计方法

采用 Epidata3.1 软件双轨录入相关资料及数据。使用 SPSS26.0 进行数据分析。对于计量资料，正态分布资料采用均数加减标准差的形式进行描述，即 $\bar{x} \pm s$；非正态分布资料，采用中位数（四分位数范围）表示，即 M (P_{25}，P_{75})。对于计数资料，采用频数和百分比进行描述，即 n（%）。计数资料计算构成比及比率，组间比较采用χ^2检验；符合正态分布、方差齐性的计量资料，组间比较采用 t 检验；非正态分布或方差不齐的计量资料采用 Mann-Whitney U 检验进行组间比较。采用多元线性回归和二分类 logistic 回归模型，分析久坐行为、运动水平与跟

骨骨密度的关系。统计检验分析以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

本次调查纳入分析的 781 名大学生中，骨量正常者 393 名，占 50.3%，骨量异常者 388 名，占 49.7%。其中 518 名女大学生中，骨量正常者共 210 名，占比 40.5%；骨量减少者共 284 名，占比 54.8%，骨质疏松者共 24 名，占比 4.6%，骨量异常者共 308 名，占比 59.5%。263 名男大学生中，骨量正常者共 183 名，占比 69.6%；骨量减少者共 75 名，占比 28.5%，骨质疏松者共 5 名，占比 1.9%，骨量异常者共 80 名，占比 30.4%。男、女大学生骨量异常率差异有统计学意义（$\chi^2=58.849$，$P<0.001$）。女大学生骨量正常组与骨量异常组的 FFMI 的中位数分别为 15.23kg/m^2、14.87kg/m^2，差异有统计学意义（z=-2.373，$P<0.05$），骨量正常者的 FFMI 高于骨量异常者。男大学生和女大学生的 FMI 和 FFMI 之间的差异存在统计学意义（z=-8.747，$P<0.001$；z=-17.927，$P<0.001$）。女大学生骨量正常组与骨量异常组的 T 值的中位数分别为-0.40、-1.60，差异有统计学意义（z=-19.354，$P<0.001$）。男大学生骨量正常组与骨量异常组的 T 值的中位数分别为 0.10、-1.50，差异有统计学意义（z=-12.905，$P<0.001$）。男、女大学生骨量正常者的 T 值高于骨量异常者。见表 1。

表 1 大学生跟骨骨量状况与一般情况

Table 1 Condition of calcaneus and general condition in college students

指标	女大学生 （n=518）			男大学生（ n=263）		
	骨量正常	骨量异常	*P* 值	骨量正常	骨量异常	*P* 值
人数/n（%）	210(40.5)	308(59.5)		183(69.6)	80(30.4#)	
年龄/岁 a	21.88±1.10	21.82±1.08	0.520	22.22±1.22	21.86±1.02	0.031*
FMI/（kg/m^2）b	4.97(4.22,5.82)	4.82(4.08,5.84)	0.252	3.77(2.66，5.13)	3.70(2.52,5.44)	0.868
FFMI/（kg/m^2）b	15.23(14.34,16.09)	14.87(14.13,15.68)	0.018*	17.82(16.78,19.09)	17.94(16.29,19.42)	0.650
T 值 b	-0.40(-0.73, -0.10)	-1.60(-1.90, -1.30)	＜0.001**	0.10(-0.50,1.00)	-1.50(-1.90, -1.20)	<0.001**

注：a：$\bar{x}\pm s$，b：M（P25，P75）；*表示同性别骨量正常组与骨量异常组大学生比较，$P<0.05$；**同性别骨量正常组与骨量异常组大学生比较，$P<0.001$；#表示与女大学生比较，$P<0.001$。

2.2 大学生的生活方式与跟骨骨量情况

在生活方式方面，不同日坐姿时长的女大学生的跟骨骨量状况存在统计学差异（$\chi^2=6.670$，$P<0.05$）。两两比较，连续性校正结果显示，每日保持坐姿<4h 与每日保持坐姿>8h 对女大学生骨量情况的影响有统计学意义（$\chi^2=5.205$，$P<0.05$）。周运动时长在女大学生不同骨量组间也存在差异（$\chi^2=6.559$，$P<0.05$）。两两比较发现，周运动时长<90min 与 90~150min 者的骨量情况差异有统计学意义（$\chi^2=4.624$，$P<0.05$）。女大学生其它生活方式及男大学生生活方式在两组不同骨量组之间的差异没有统计学意义（$P>0.05$）。见表 2。

表 2 大学生的生活方式与跟骨骨量情况[n（%）]

Table 2 Life style and calcaneal bone of college students[n（%）]

生活方式	女大学生 （n=518）			男大学生（ n=263）		
	骨量正常	骨量异常	*P* 值	骨量正常	骨量异常	*P* 值
日坐姿时长			0.031*#			0.508
＜4h	9(75.00)	3(25.00)		10(58.82)	7(41.18)	
4-8h	106(41.73)	148(58.26)		109(71.71)	43(28.29)	
＞8h†	95(37.70)	157(62.30)		64(68.09)	30(31.91)	
周运动时长			0.038*			0.535
<90min	108(35.88)	193(64.12)		72(66.1)	37(33.9)	
90-150min‡	70(46.36)	81(53.64)		71(71.0)	29(29.0)	
>150min	32(48.48)	34(51.52)		40(74.1)	14(25.9)	
乳制品摄入			0.788			0.205
每天都饮用	18(45.00)	22(55.00)		17(77.27)	5(22.73)	
每周 4-6 次	47(42.34)	64(57.66)		28(58.33)	20(41.67)	

每周 1-3 次	84(40.98)	121(59.02)		70(74.47)	24(25.53)	
从不或很少饮用	61(37.65)	101(62.35)		68(68.69)	31(31.31)	
碳酸饮料摄入			0.759#			0.654#
每天都饮用	1(100.00)	0(0.00)		2(50.00)	2(50.00)	
每周 4-6 次	6(37.50)	10(62.50)		8(80.00)	2(20.00)	
每周 1-3 次	60(39.74)	91(60.26)		72(67.29)	35(32.71)	
从不或很少饮用	143(40.86)	207(59.14)		101(71.13)	41(28.87)	
茶水摄入			0.077			0.892#
每天都饮用	6(31.58)	13(68.42)		5(83.33)	1(16.67)	
每周 4-6 次	12(66.67)	6(33.33)		11(64.71)	6(35.29)	
每周 1-3 次	56(36.60)	97(63.40)		46(70.77)	19(29.23)	
从不或很少饮用	136(41.46)	192(58.54)		121(78.57)	54(35.06)	
钙片摄入			0.550			0.781
是	18(45.00)	22(55.00)		12(66.67)	6(33.33)	
否	192(40.17)	286(59.83)		171(69.80)	74(30.20)	
吸烟状态			0.202#			0.409#
曾经吸烟	3(60.00)	2(40.00)		9(56.30)	7(43.80)	
现在吸烟	2(100.00)	0(0.00)		6(66.70)	3(33.30)	
从不吸烟	205(40.10)	306(59.90)		168(70.60)	70(29.40)	
饮酒状态			0.537			0.634
现在饮酒	9(47.40)	10(52.60)		15(65.20)	8(34.80)	
从不或很少饮酒	201(40.30)	298(59.70)		168(70.00)	72(30.00)	

注：*表示同性别大学生不同生活方式骨量正常组与骨量异常组比较， $P<0.05$；†表示日坐姿时长<4h 组与日坐姿时长>8h 组比较，$P<0.05$；‡表示周运动时长<90min 组与周运动时长 90-150min 组比较，$P<0.05$；#表示使用 Fisher 确切概率法进行分析。

2.3 久坐行为与跟骨骨密度之间的关系

采用多元线性回归方法，以跟骨骨密度 T 值为因变量（赋值：实测值），以日坐姿时长为自变量（转换为哑变量）并调整年龄、FMI、FFMI、乳制品摄入、碳酸饮料摄入、茶水摄入、钙剂补充以及吸和饮酒情等跟骨密度的潜在混杂因素后，女大学生跟骨的 T 值随着每日保持坐姿时间的减少而增大，二者之间存在明显的线性趋势（$P_{趋势}=0.011$）。采用二分类 logistic 回归模型，以骨量情况为因变量（赋值：骨量正常=0，骨量减少或骨质疏松=1），以日坐姿时长为自变量（转换为哑变量），同样调整上述潜在混杂因素，以每日保持坐姿大于 8 小时为参照，每日保持坐姿小于 4 小时为保护因素，差异具有统计学意义[OR=0.17，95%CI（0.04~0.68），$P<0.05$]。然而，相关的统计学关联在男大学生中并未发现。见表 3。

2.4 运动水平与跟骨骨密度之间的关系

采用多元线性回归方法，以跟骨骨密度 T 值为因变量（赋值：实测值），以运动时长为自变量（转换为哑变量）并调整年龄、FMI、FFMI、乳制品摄入、碳酸饮料摄入、茶水摄入、钙剂补充以及吸烟和饮酒情况等跟骨密度的潜在混杂因素后，女大学生的跟骨 T 值随着每周运动时长的增加而增大，二者之间存在明显的线性趋势（$P_{趋势}=0.004$）。采用二分类 logistic 回归模型，以骨量情况为因变量（赋值：骨量正常=0，骨量减少或骨质疏松=1），以运动时长为自变量（转换为哑变量），同样调整上述潜在混杂因素，与每周运动<90min 的女大学生相比，每周运动时长 90~150min 为保护因素，差异具有统计学意义[OR=0.66，95%CI（0.44~1.00），$P<0.05$]。在男大学生中，每周运动 90~150min 和>150min 者与每周运动<90min 者，骨量异常发生的风险差异没有统计学意义。见表 4。

表 3 大学生久坐时长与跟骨骨量的回归分析

Table3 Regression analysis of sedentary behavior and calcaneal bone mass in college students

久坐行为分组	女大学生（n=518）				男大学生（n=263）			
	T 值		骨量情况		T 值		骨量情况	
	β（95%CI）	*P* 值	OR（95%CI）	*P* 值	β（95%CI）	*P* 值	OR（95%CI）	*P* 值
模型 1								
日坐姿时长>8h	参照		参照		参照		参照	
日坐姿时长 4-8h	**0.15（0.01~0.29）**	**0.032**	0.85（0.59~1.20）	0.354	0.16（-0.16~0.48）	0.339	0.84（0.48~1.47）	0.545
日坐姿时长<4h	**0.57（0.11~1.03）**	**0.015**	**0.20（0.05~0.76）**	**0.018**	0.10（-0.54~0.75）	0.754	1.49（0.52~4.31）	0.458
P 趋势		**0.005**		0.063		0.431		0.922
模型 2								
日坐姿时长>8h	参照		参照		参照		参照	
日坐姿时长 4-8h	**0.15（0.01~0.29）**	**0.039**	0.85（0.59~1.21）	0.358	0.15（-0.16~0.47）	0.346	0.87（0.49~1.54）	0.631
日坐姿时长<4h	**0.57（0.11~1.03）**	**0.015**	**0.20（0.05~0.75）**	**0.018**	-0.02（-0.66~0.61）	0.942	1.71（0.57~5.10）	0.337
P 趋势		**0.006**		0.063		0.587		0.764
模型 3								
日坐姿时长>8h	参照		参照		参照		参照	
日坐姿时长 4-8h	0.13（-0.011~0.27）	0.072	0.89（0.62~1.29）	0.448	0.23（-0.10~0.56）	0.165	0.81（0.44~1.49）	0.462
日坐姿时长<4h	**0.57（0.11~1.03）**	**0.013**	**0.17（0.04~0.68）**	**0.012**	0.06（-0.60~0.71）	0.868	1.53（0.49~4.72）	0.490
P 趋势		**0.011**		0.091		0.341		0.947

注：模型 1：不调整；模型 2：调整年龄、FMI、FFMI；模型 3：进一步调整乳制品摄入、碳酸饮料摄入、茶水摄入、钙剂补充、吸烟以及饮酒状情况。

表 4 大学生运动时长与跟骨骨质的回归分析

Table4 Regression analysis of exercise duration and calcaneal bone mass in college students

运动时长分组	女大学生（n=518）				男大学生（n=263）			
	T 值		骨量情况		T 值		骨量情况	
	β（95%CI）	*P* 值	OR（95%CI）	*P* 值	β（95%CI）	*P* 值	OR（95%CI）	*P* 值
模型 1								
<90min	参照		参照		参照		参照	
90~150min	**0.17（0.02~0.33）**	**0.030**	**0.65（0.44~0.96）**	**0.032**	0.15（-0.19~0.49）	0.386	0.80（0.44~1.43）	0.443
>150min	**0.26（0.05~0.47）**	**0.015**	0.60（0.35~1.02）	0.058	0.26（-0.14~0.67）	0.204	0.68（0.33~1.41）	0.300
P 趋势		**0.004**		**0.015**		0.184		0.269
模型 2								
<90min	参照		参照		参照		参照	
90~150min	**0.17（0.02~0.33）**	**0.034**	**0.66（0.44~0.98）**	**0.042**	0.24（-0.09~0.57）	0.159	0.73（0.40~1.33）	0.298
>150min	**0.25（0.03~0.46）**	**0.025**	0.62（0.36~1.07）	0.087	0.21（-0.19~0.61）	0.304	0.76（0.36~1.61）	0.477
P 趋势		**0.007**		**0.026**		0.211		0.366
模型 3								
<90min	参照		参照		参照		参照	
90~150min	**0.18（0.03~0.34）**	**0.023**	**0.66（0.44~1.00）**	**0.047**	0.28（-0.06~0.63）	0.110	0.66（0.35~1.26）	0.210
>150min	**0.26（0.05~0.48）**	**0.017**	0.58（0.33~1.02）	0.056	0.27（-0.15~0.70）	0.202	0.69（0.31~1.52）	0.356
P 趋势		**0.004**		**0.018**		0.131		0.259

注：模型 1：不调整；模型 2：调整年龄、FMI、FFMI；模型 3：进一步调整乳制品摄入、碳酸饮料摄入、茶水摄入、钙剂补充、吸烟以及饮酒情况。

3 讨论

本研究抽取广州市某医科大学的大学生作为调查对象，分析久坐行为及运动水平与跟骨骨密度之间的联系。在久坐行为与骨骼健康方面，本研究显示，在女大学生中久坐时间越长者，跟骨骨密度越低，每天保持坐姿时长小于4小时是跟骨骨密度的保护因素。既往的关于儿童少年群体的研究结果印证了本次对大学生群体的研究结果。一项基于15~18岁挪威人群的研究显示，男性高中生髋部、股骨颈和全身骨密度与久坐时长呈负相关，但在女性高中生群体中，每日因使用电脑而保持坐姿4~6小时的群体相比于小于2h者有更高的骨密度[7]。另一项基于欧洲八国的研究指出，学龄儿童久坐时间与跟骨骨密度呈负相关[8]。但上述相关关系在本研究的男性群体中无统计学意义。首先，造成这种差异的原因可能与性别效应有关。在14~16岁之后，女性骨量积累的速率将逐渐放缓，但男性的骨量仍将大幅增加并持续多年[9]。据Nguyen等的研究显示，在21~35岁时，男性全身骨骼生长速率仍明显高于女性[10]。有研究指出，我国南京、淮安地区的男性跟骨定量超声峰值年龄为21~30岁[11, 12]。由于男大学生的骨量仍处于快速增加的阶段，故久坐行为对男大学生的骨量影响不显著。且本次抽样的男大学生的年龄在不同骨量组间存在差异（P<0.05），骨量正常组的平均年龄大于骨量异常组，从侧面反映出男性的骨量在大学阶段仍处于较快变化当中。此外，导致男、女大学生结果差异的原因还与肌肉含量和内分泌情况有关。肌肉含量的增加可以促进骨骼的合成代谢，而脂肪的堆积会导致激素分泌的紊乱[13]。以本研究为例，男大学生的FMI显著低于女大学生，而FFMI则显著高于女大学生。目前已有许多研究在调整了体型的影响后发现，无论男女，身体总的脂肪水平较高与较低的面骨密度有关[14-16]。本研究还发现，女大学生骨量正常者的FFMI高于骨量异常者。Herrmann等[8]的研究也发现，学龄儿童的骨强度指数与FFM之间的联系呈正相关。据报导，FFM作为反映肌肉强健程度的指标，在久坐行为对骨骼健康的负面影响中起着中介的作用[17]。提示加强肌肉相关训练，可以起到一定的促进和保护骨骼健康的作用。

在运动水平方面，国际骨质疏松基金会建议成年人每周进行3~5次，每次至少30分钟的负重活动（如慢跑、健步走、跳绳、网羽类等）以预防骨质疏松[18, 19]。依据上述建议，本研究将大学生周运动的时长分为<90min、90~150min和＞150min三个等级。分析结果显示，周运动时长为90~150min和>150min的女大学生T值显著高于<90min的女大学生，周运动时长为90~150min的女大学生骨量异常发生的风险显著低于周运动时长<90min的女大学生，但周运动时长>150min的女大学生的骨量异常发生风险与周运动时长<90min的女大学生之间无统计学差异。在本次研究中，不同周运动时长的男大学生之间骨量降低的风险差异不具有统计学意义，提示该校男大学生进行周运动的最佳时长有待进一步探讨。适度运动能增加机体骨量、提高骨密度，而运动强度过大则对骨密度无影响甚至会导致骨密度的下降[20]。一项基于10~23岁花样滑冰女选手的研究指出，在调整了包括体重、体脂率、月经周期等一系列混杂因素后，每周训练时间较长的女选手骨密度更低[21]。针对平均年龄为23岁的男性足球运动员的研究也发现，当每周训练时长小于6h时，骨量和运动时长呈正相关关系（r=0.42），但当运动时长增加后，关联不再显著[22]。不同地区、不同人群的运动水平与骨骼质量的相关性研究结果也不尽相同。美国的研究显示，男大学生极高强度运动与跟骨强度指数之间存在正向关联，而女大学生的跟骨强度指数则与中等和极高强度运动关联，但在相关回归模型中只有男性群体的上述关联维持显著[23]。而Sioen等[5]发现轻量级的体力活动与比利时儿童的骨密度有关，但中、高量级的体力活动与骨骼健康状况的关联不显著。许多动物实验表明，高强度运动可对骨骼健康产生负面影响。高丽等[24]的研究发现，进行高强度运动的大鼠与对照组相比骨小梁数目变少，纤细，排列稀疏，形态结构完整性差，髓腔大小不一。Bourrin等[25]的研究指出，经过渐进式增强的长达5周的游泳训练后，大鼠腰椎椎体和股骨远端部位出现了骨量丢失。关于高强度运动导致骨量下降的机制，目前认为可能与下丘脑-垂体-性腺和肌肉疲劳有关：高强度运动导致下丘脑-垂体-性腺轴功能被干扰，机体性激素水平下降，进而影响性激素（特别是雌激素）对成骨细胞活动的调控[26]；而肌肉疲劳导致其对应力的缓冲作用减弱，应力过多集中于机体某一部位，骨骼需重新改造塑型以适应增加的应力，当破骨活动超出骨正常生理代谢速度时，就可能在局部形成细微骨折，导致骨量丢失[20]。尽管有关运动水平与骨骼健康状况的研究结论尚存在争议，但越来越多的基于队列研究的证据指出，规律且适量的运动可以使骨骼更加强健[27, 28]。

本研究存在一定的局限性。首先，国际上推荐以双能X线法测量的面积骨密度作为判定骨质疏松的金标准[29]，而本研究采用定量超声法（quantitative ultrasound system, QUS）测定的T值来判定被检者是否骨量异常。但目前国内外已有大量的研究利用QUS测定的骨量指标开展研究[30-32]，且测量仪器操作简便、无辐射，测量结果与双能X线法（dual X-ray absorptiometry, DXA）测量结果的相关度已得到证实，与腰椎DXA的关联性为0.57~0.67[33, 34]。其二，本研究衡量研究对象的久坐时长和运动水平采用的是自报的方法。其精确度相比于使用专业测量仪器低，但问卷调查方法更适合开展大规模的流行病学调查。未来，有条件的情况下，应该联合手机或智能手表等电子设备开展更大规模的队列研究以解决现有研究的不足和争议。

综上所述，本研究分析发现，女大学生每日保持坐姿小于4小时可有效保护跟骨健康，且每日保持坐姿的时间

越短越有利于预防骨量异常发生。女大学生每周负重运动90~150min对骨密度增加具有促进作用。此外，根据本次调查的结果，女大学生中骨量异常者高达59.5%，男大学生骨量异常者也达到了30.4%，提示有关机构有必要开展针对大学生群体骨质情况的调查并制定相应的预防策略。

作者贡献：李仕田提出研究选题方向，负责研究的统计方法设计，数据录入及论文初稿撰写；吕晓港负责数据录入及项目数据库的管理工作；朱晓祺、王嘉烨论文语句通顺性审查和提出修改意见；卢晓翠负责研究项目的总体规划，现场调查的协调、实施与开展，负责论文最终稿的修改、质量控制及内容审查，提供基金支持。

本文无利益冲突

参考文献

[1] 中国骨质疏松症流行病学调查及“健康骨骼”专项行动结果发布[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2019, 12(04): 317-318.

Chinese Society of Osteoporosis and Bone Mineral Research. The epidemiological survey of osteoporosis in China and the results of "Healthy Bone" special action were released[J]. CHIN J OSTEOPOROS BONE MINER RES ,2019, 12(04): 317-318.

[2] 曹思思，贺晓燕，洪帆. 中国青少年人群的峰值骨量：充足钙摄入的重要性[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2020, 36(06): 453-457.

CAO S S, HE X Y, HONG F. Peak bone mass in Chinese adolescents: the importance of adequate calcium intake [J].Chin J Endocrinol Metab,2020,36(06):453-457

[3] Davies J H, Evans B A, Gregory J W. Bone mass acquisition in healthy children[J]. Arch Dis Child, 2005, 90(4): 373-378.

[4] Bailey D A, Mckay H A, Mirwald R L, et al. A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: the university of Saskatchewan bone mineral accrual study[J]. J Bone Miner Res, 1999, 14(10): 1672-1679.

[5] Sioen I, Michels N, Polfliet C, et al. The influence of dairy consumption, sedentary behaviour and physical activity on bone mass in Flemish children: a cross-sectional study[J]. BMC Public Health, 2015, 15: 717.

[6] Kanis J A. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group[J]. Osteoporos Int, 1994, 4(6): 368-381.

[7] Winther A, Ahmed L A, Furberg A S, et al. Leisure time computer use and adolescent bone health--findings from the Tromsø Study, Fit Futures: a cross-sectional study[J]. BMJ Open, 2015, 5(6): e6665.

[8] Herrmann D, Buck C, Sioen I, et al. Impact of physical activity, sedentary behaviour and muscle strength on bone stiffness in 2-10-year-old children-cross-sectional results from the IDEFICS study[J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 2015, 12: 112.

[9] Boot A M, de Ridder M A, Pols H A, et al. Bone mineral density in children and adolescents: relation to puberty, calcium intake, and physical activity[J]. J Clin Endocrinol Metab, 1997, 82(1): 57-62.

[10] Nguyen T V, Maynard L M, Towne B, et al. Sex differences in bone mass acquisition during growth: the Fels Longitudinal Study[J]. J Clin Densitom, 2001, 4(2): 147-157.

[11] 卓铁军，申志祥，刘福银. 南京地区正常人骨定量超声测定及评价[J]. 中国骨质疏松杂志, 2004(04): 98-100.

ZHUO T J, SHEN Z X, LIU F Y. Quantitative ultrasound measurements and evaluation of bone quality in normal Nanjing subjects[J].Chin J Osteoporos,2004,10(04):98-100

[12] 柏根基，崔建和，杨士军. 淮安地区健康人群跟骨超声调查研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2006(03): 270-271.

BO G J, CUI J H, YANG S J . Study on the value of quantitative ultrasonographic measurement on bones in Huai' an[J].Chin J Osteoporos,2006,12(03):270-271

[13] Dimitri P, Bishop N, Walsh J S, et al. Obesity is a risk factor for fracture in children but is protective against fracture in adults: a paradox[J]. Bone, 2012, 50(2): 457-466.

[14] Janicka A, Wren T A, Sanchez M M, et al. Fat mass is not beneficial to bone in adolescents and young adults[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2007, 92(1): 143-147.

[15] Hsu Y H, Venners S A, Terwedow H A, et al. Relation of body composition, fat mass, and serum lipids to osteoporotic fractures and bone mineral density in Chinese men and women[J]. Am J Clin Nutr, 2006, 83(1): 146-154.

[16] Núñez N P, Carpenter C L, Perkins S N, et al. Extreme obesity reduces bone mineral density: complementary evidence from

mice and women[J]. Obesity (Silver Spring), 2007, 15(8): 1980-1987.
[17] Binkley T L, Specker B L. The negative effect of sitting time on bone is mediated by lean mass in pubertal children[J]. J Musculoskelet Neuronal Interact, 2016, 16(1): 18-23.
[18] Exercise | International Osteoporosis Foundation[EB/OL]. [12/4/2022].https://www.osteoporosis.foundation/patients/prevention/exercise.
[19] Watts N B, Adler R A, Bilezikian J P, et al. Osteoporosis in men: an Endocrine Society clinical practice guideline[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2012, 97(6): 1802-1822.
[20] 阚世锋，陈文华，余波，等. 运动强度对骨密度影响的研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012(09): 705-707.
KAN S F, CHEN W H, YU B et al. Research progress on the effect of exercise intensity on bone mineral density[J].Chin J Phys Med Rehabil,2012,34(09):705-707
[21] Slemenda C W, Johnston C C. High intensity activities in young women: site specific bone mass effects among female figure skaters[J]. Bone Miner, 1993, 20(2): 125-132.
[22] Karlsson M K, Magnusson H, Karlsson C, et al. The duration of exercise as a regulator of bone mass[J]. Bone, 2001, 28(1): 128-132.
[23] Hervás G, Ruiz-Litago F, Irazusta J, et al. Physical Activity, Physical Fitness, Body Composition, and Nutrition Are Associated with Bone Status in University Students[J]. Nutrients, 2018, 10(1).
[24] 高丽，郑陆，李晓霞，等. 运动性动情周期抑制雌性大鼠的骨结构与骨组织OPG mRNA、OPGL mRNA的表达[J]. 天津体育学院学报, 2005(06): 36-39.
GAO L, ZHENG L, LI X X et al. The structure and level of OPG mRNA, OPGL mRNA of bone in exercise-induced estrous cycle inhibited female rats[J].Journal of TjIPE,2005,20(06):36-39
[25] Bourrin S, Ghaemmaghami F, Vico L, et al. Effect of a five-week swimming program on rat bone: a histomorphometric study[J]. Calcif Tissue Int, 1992, 51(2): 137-142.
[26] Torstveit M K, Sundgot-Borgen J. The female athlete triad: are elite athletes at increased risk?[J]. Med Sci Sports Exerc, 2005, 37(2): 184-193.
[27] Pettersson U, Nilsson M, Sundh V, et al. Physical activity is the strongest predictor of calcaneal peak bone mass in young Swedish men[J]. Osteoporos Int, 2010, 21(3): 447-455.
[28] Bland V L, Bea J W, Roe D J, et al. Physical activity, sedentary time, and longitudinal bone strength in adolescent girls[J]. Osteoporos Int, 2020, 31(10): 1943-1954.
[29] 乔雨嘉，李夏，吴曼，等. 中国10个地区成年人跟骨骨密度的描述性分析[J]. 中华流行病学杂志, 2018, 39(04): 422-427.
QIAO Y J, LI X, WU M, et al. Levels of calcaneus bone mineral density in adults from 10 regions of China[J]. Chin J Epidemiol, 2018, 39(04): 422-427.
[30] Babaroutsi E, Magkos F, Manios Y, et al. Lifestyle factors affecting heel ultrasound in Greek females across different life stages[J]. Osteoporos Int, 2005, 16(5): 552-561.
[31] Cvijetić S, Barić I C, Bolanca S, et al. Ultrasound bone measurement in children and adolescents. Correlation with nutrition, puberty, anthropometry, and physical activity[J]. J Clin Epidemiol, 2003, 56(6): 591-597.
[32] 姜楠，孙仁杰，张洛铭，等. 豫东农村地区成人低中度氟暴露、握力与骨密度的关系[J]. 郑州大学学报(医学版), 2021, 56(01): 21-26.
JIANG N, SUN R J, ZHANG L M, et al. Association of low-to-moderate fluoride exposure, grip strength and bone mineral density of rural adults in the East of Henan Province[J]. Journal of Zhengzhou University (Medical Sciences), 2021,56(01):21-26
[33] Trimpou P, Bosaeus I, Bengtsson B A, et al. High correlation between quantitative ultrasound and DXA during 7 years of follow-up[J]. Eur J Radiol, 2010, 73(2): 360-364.
[34] Moris M, Peretz A, Tjeka R, et al. Quantitative ultrasound bone measurements: normal values and comparison with bone mineral density by dual X-ray absorptiometry[J]. Calcif Tissue Int, 1995, 57(1): 6-10.